

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-045284

(43)Date of publication of application : 29.03.1980

(51)Int.Cl.

H03H 9/19

(21)Application number : 53-119612

(71)Applicant : TOYO COMMUN EQUIP CO LTD
MOCHIZUKI YUZO

(22)Date of filing : 27.09.1978

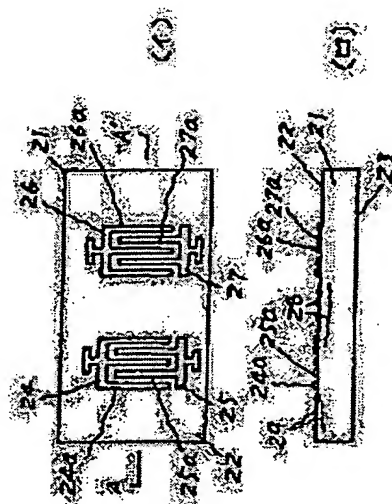
(72)Inventor : MOCHIZUKI YUZO
NAKAZAWA YUZO

(54) SLIP WAVE CRYSTAL VIBRATION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a good frequency temperature characteristic by arranging transmission and receiving electrodes on the main surface of a rotary Y plate crystal substrate and utilizing a slip wave propagated between these electrodes.

CONSTITUTION: Inter-digital electrodes 24, 25, 26 and 27 for transmission and receiving are arranged in prescribed positions on main surface 22 of rotary Y plate crystal substrate 21, and electric energy is converted to vibration energy or reverse conversion is performed. When an alternating voltage is applied to finger electrodes of main constitution parts of these electrodes alternately to excite them, an elastic wave is propagated in directions 28 and 29 vertical to finger electrodes. A slip wave superior specially in temperature characteristic out of the elastic wave is received by receiving electrodes to obtain an electric output. Since the frequency characteristic is determined by electrodes for transmission and receiving, a good frequency temperature characteristic can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

THIS PAGE IS BLANK

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—45284

⑤ Int. Cl.³
H 03 H 9/19

識別記号

庁内整理番号
7190—5 J

⑬ 公開 昭和55年(1980)3月29日

発明の数 1
審査請求 有

(全 5 頁)

⑭ すべり波水晶振動装置

川崎市幸区塚越3丁目484番地
東洋通信機株式会社内

① 特 願 昭53—119612

① 出 願 人 東洋通信機株式会社

② 出 願 昭53(1978)9月27日

神奈川県高座郡寒川町小谷753

⑦ 発 明 者 望月雄蔵

番地

静岡市大谷836

① 出 願 人 望月雄蔵

⑦ 発 明 者 中沢祐三

静岡市大谷836

明 細 書

1. 発明の名称

すべり波水晶振動装置

2. 特許請求の範囲

- (1) 水晶結晶 Z 軸より $-50^{\circ} \sim -60^{\circ}$ 回転 Y 板 Z 方向伝播水晶圧電基板の主表面に所定の距離を隔てて送信用及び受信用インターデジタル電極を配置し、該主表面に近接する該基板の内部において、該両電極間を伝播するすべり波を利用することにより、該送信用電極への入力信号と、受信用電極における出力信号との間に該送受信用電極の指電極ピッチ及び電極形状によって決まる所定の周波数特性をもたせたことを特徴とするすべり波水晶振動装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は回転 Y 板水晶の主表面に送信、受信用のインターデジタル電極を配し、送信電極に印加する高周波の電気エネルギーをすべり波に変換して、伝播するすべり波を受信用電極で受信し、出力信号をうるようにする共振器、発振装

置及びフィルタ装置に関するものである。

従来、水晶振動子を MHz 帯以上の高周波で使用する場合には水晶基板の厚みで周波数が決定される厚みすべり振動モードが利用されてきた。厚みすべり水晶振動子の共振周波数 f は次式で与えられる。

$$f = n \frac{V}{2t} \quad \dots\dots (1)$$

ただし、 V は水晶のカット固有の振動の伝播速度、 t は振動子の厚み、 n は整数でオーバートン次数である。ここで、周波数 f を高くするには厚み t を薄くするか、オーバートン次数 n を高める必要がある。 $n=1$ の基本波振動のとき水晶基板には厚さに製造限界があるため、得られる最高周波数は高々 40 MHz 程度であり、これよりも高い周波数を要求するときには $n>1$ のオーバートン振動を用いている。

しかし、 $n=9$ 程度が使用限度であろう。9 次以上のオーバートン次数ではいわゆる容量比が n^2 に比例して悪化し、インピーダンスの上昇

を招き、回路とのマッチングが困難になって実用に適しなくなる。振動の高周波化の手段として弾性表面波の利用があった。

弾性表面波装置は伝播媒体の主表面上に適宜インターデジタル電極を配置し、インターデジタル電極の指電極のピッチによつて中心周波数を決定する。指電極はフォトリソグラフィ技術によつて細線が微細に加工されるようになっているので、現在、この弾性表面波装置は高周波化の有利な手段として注目されている。

弾性表面波は主としてレーリー波を利用するもので、圧電体表面にインターデジタル電極のパターンを構成することにより、伝播媒体の表面に集中して伝播する波の発生、検波、制御が容易であることを利用して共振装置、フィルタ装置及び発振装置などを実現するものである。その代表的なものを述べると、弾性表面波フィルタは圧電板の主表面上に送信用及び受信用のインターデジタル電極を設け、主表面を弾性表面波の伝播媒体として、これらインターデジタ

- 3 -

である場合が多い。ATカット厚みすべり振動子と同等の温度特性をもつ高い周波数の振動装置が強く要望されている。

本発明は、上記のような水晶振動子における高周波化と弾性表面波装置における温度特性等の従来技術の欠点を解決し、弾性表面波デバイスに比較して、(1)温度特性が極めて優れている。(2)同一電極ピッチ間隔でより高い周波数が得られる。(3)表面状態への依存性が少なく取り扱いが容易である。特徴をもつ高周波数帯で使用する新規のすべり波水晶振動装置を提供することを目的とする。

以下本発明を実施例について詳細に説明する。

第2図は本発明の一実施例の原理を示す。同図(イ)は平面図、(ロ)は断面図でそれぞれ模式的な図である。本発明に用いられる圧電板21の主表面22は水晶結晶軸Z軸から所定の角度だけ回転した面をもって切り出され、鏡面研磨が施される。裏面23には不要な振動の反射を防ぐため粗面加工を施す。主表面22には電気的エネルギーを

ル電極の形状及び間隔によって決まる周波数特性を利用するものである。また、弾性表面波共振子はインターデジタルの指電極を主表面上に数多く配置して電極相互間で反射する波を利用して共振現象を起こさせ、あるいはまた、主インターデジタル電極の両側に反射器と称するインターデジタル電極を別に設け、こゝで積極的に波を反射させ共振現象を起こさせる構造にしたものである。

さて、これら弾性表面波を利用する装置を使用する上で重要な要素に温度特性がある。従来既知の圧電材料には零温度係数をもつものは水晶のBTカット板弾性表面波装置のみである。

BTカット板は水晶結晶軸上Z軸より反時計方向に42.75°回転した面を持つ水晶板のカット名で、零温度係数をもち、その周波数温度係数は第1図1に示すように2次曲線の特徴をもっている。BTカット弾性表面波素子を組み込んだ発振器では略々この温度特性が得られるがセットの要求からみて、この温度特性ではなお不充分

- 4 -

振動エネルギーに変換するまたはその逆の変換をするインターデジタル電極24、25及び26、27を所定の距離を隔てて配置し、それぞれを送信用(または入力側)及び受信用(または出力側)電極としているが、これらはフォトリソグラフィの技術をもってAl、AgまたはAuなどの金属で作られる。それらの電極24、25、26、27は指電極24a、25a、26a、27aを主構成部分とする。これらの電極の構造は弾性表面波装置のそれに類似していて、指電極24a、25aに交番電圧を交互に印加して励振すれば、指電極に垂直な両方向28、29に弾性波が伝播する。こゝでは説明を簡単にするため両方向の一方28についてのみ考える。いま、水晶基板を第4図41に示すように水晶結晶軸Y軸に垂直な面をもついわゆるYカット板であるとし、弾性波の伝播方向をX軸方向とした場合の送信用電極24、25から入力し、受信用電極26、27に出力した周波数伝送特性の一例を第3図に示す。横軸が周波数、縦軸がレスポンスである。レスポンスは周波数の

低い順から f_s, f_{ss}, f_{fs}, f_L の順に現われている。 f_s は主表面を伝播する弾性表面波であり、 f_{ss} はスロー・シエアの波、 f_{fs} はファスト・シエアの波、 f_L は縦波と呼ばれている。 f_{ss}, f_{fs}, f_L は媒体内部を伝播するバルク波である。弾性表面波装置は f_s を利用するもので、他のバルク波はすべて不要な振動として取り扱われ、これらを抑圧する手段が与えられる。

本発明はこれらのバルク波中に、殊に温度特性の優れたナベリ波（前述のスロー・シエアまたはファスト・シエアの波）のあることに着目し、これを用いて新しい振動装置を提供しようとするものである。

次に、指電極と周波数特性について述べると、弾性表面波の場合は第2図の指電極24a, 25aによってえられる周波数 f は指電極ピッチを P 、弾性表面波の伝播速度を V とすると、

$$f = \frac{V}{P} \quad \dots\dots (1)$$

で表わされる。もし媒体内部に向かって放射され

-7-

た。また、基板厚みを変えたり、基板厚さにテーパを付ける等の基板加工を行ったがこれもバルク波のレスポンスには変化を与えることがなかった。これらの結果、バルク波は主表面の直下の極く近くをもぐって伝播する波であり表面及び裏面には関係のない波であることが解明されたものである。

以上のより、弾性表面波が振動エネルギーが主表面上を集中して伝播する波であるのに対し、バルク波は主表面上には振動エネルギーが分布せず、その直下にもぐって伝播する波である。しかし、その取扱いは弾性表面波と全く同様に考えることができることも判明した。

しかもこのバルク波を積極的に利用することにより、弾性表面波以上に温度特性のよい振動装置を実現することができる。

次に、このバルク波を利用する本発明の装置の電極数と形状について述べると、すべては弾性表面波と同様であって、電極数はレスポンスの周波数間隔を定める。これは例えばフィルタ

るようなバルク波では、放射角 α とすると、上記(1)式の V に対して $V = V_b \cos \alpha$ (V_b はバルク波の伝播速度) が成立する。

さて、上述のそれぞれの弾性波の共振周波数 f_s, f_{ss}, f_{fs}, f_L は(1)式を満足する周波数で最大のレスポンスを起すが、前述のYカットX方向伝播水晶板の例では f_s を 100 MHz とすると f_{ss}, f_{fs}, f_L はそれぞれ略々 108 MHz, 160 MHz, 180 MHz の周波数に共振レスポンスが現われる。なお、バルク波は弾性表面波の周波数より必ず高域側に位置する。

先に、送信用電極で励振されたバルク波は水晶基板内部にある角度で放射されて基板内部を伝播し、受信信用電極で受信され電氣的出力として現われると述べたが、これは実際に、種々の実験を行って結論づけたものである。

すなわち、基板の裏面に対して粗面加工を施したり、粘着物質を塗布したり、溝を入れてた構造にしたりしたが、その結果裏面からの反射によって伝播されるものではないことが判明し

-8-

特性の比帯域巾を決定することと同じい。そして、比帯域巾は電極数の逆数に比例する。従って、周波数巾の狭いシャープな特性を得ようとすれば電極数が多くなる。

また、電極形状には、アボダイズ形（指電極の交叉長に長短の重み付けした形）、正規形（重み付けしない等長の電極）または間引き形状などが実際に採用されるが、この電極構成は周波数特性に急峻な特性やフラットな特性等の変化を与える。第3図は電極が正規形の場合の代表的なレスポンスである $\frac{\sin X}{X}$ の周波数特性曲線である。

受信信用電極の指電極のピッチは共振周波数を合せることから送信用電極のそれと同じくするのが通常であり、また両者の電極形状はそれぞれ任意に設計しうるが電極形状は正規形—正規形または正規形—アボダイズ形とする。

一方、周波数特性は送受信信用電極によって決まる。すなわち、電極形状 $h(x)$ を電極位置 x

の関数とし、周波数特性 $H(\omega)$ を角周波数 ω の関数として表わすとき、両者はフーリエ変換で関係づけられるが、送信用電極の周波数特性を $H_1(\omega)$ 、受信電極のそれを $H_2(\omega)$ とすると、総合の周波数特性 $H_0(\omega)$ は両者の周波数特性の積

$$H_0(\omega) = H_1(\omega) \cdot H_2(\omega) \quad \dots\dots (2)$$

で表わされる。この周波数特性は第3図に例示するような SAW、SB、 f_s 及び L はレスポンスの大きさに差があるが、特性の形状はほぼ同じい。

次に、これらの弾性波の周波数温度特性を調べるため、次のような条件を設定した。まず水晶基板のカットアングルは第4図(イ)のように X 軸の回りに回転する θ 回転 Y 板とし (θ は Z 軸から反時計回りを正、時計回りを負とし、回転した軸にはダッシュを付けて区別する。) また弾性波の伝播方向は同図(ウ)のように XZ' 面で X 方向からの角で (面内角度 γ という) 0° から 90° までの回転を考える。このうち特に $\gamma = 0^\circ$ は X 伝播といふ、 $\gamma = 90^\circ$ は Z 伝播といふ。

-11-

周波振動を用いる水晶圧電振動装置は、すべり波を利用するため、弾性表面波装置に比較するとき周波数温度特性が極めてよく、同一電極パターンで高い周波数のものが得られ、波が伝播媒体内部に伝播するので表面状態に対する依存性が少なく取り扱いが容易である等の特徴をもっていることが指適でき、工業上極めて有益である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は ST カット弾性表面波装置及び本実施例の装置の周波数温度特性を示す。第2図(イ)は本発明の弾性波の伝播を説明するための模式図である。(ウ)は断面図を示す。第3図は弾性波の周波数とレスポンスの関係を示す図である。第4図(イ)は水晶結晶軸と水晶基板のカット・アングルの関係を示し、(ウ)は水晶板面における弾性波の伝播する方向 (面内回転角) を説明する図である。

-13-

このようなカットアングルと波の伝播方向を変えて、その各々について周波数温度特性を突測したところ、弾性表面波は周知のようにいわゆる ST カットと呼ばれる $+42.75^\circ$ 回転 Y 板 X 伝播で第1図の1のごとく零温度係数をもつ2次曲線の温度特性があるのに対して、バルク波では縦波 L には零温度係数をもつカットアングルは見つからなかったがファスト・シエアの波 f_s には約 $+35^\circ$ 回転 Y カット、Z' 伝播にて上述の ST カット板と同様の2次曲線の温度特性を、スロー・シエアの波 SB には約 -50° 回転 Y カット、Z' 伝播にて第1図の2に示すような3次曲線の温度特性が得られた。

以上によって水晶による異方性をもつ圧電体では主表面の直下の近くを伝播するバルク波のうちすべり波 (シエア) 波は、いわゆる水晶振動子の AT カットあるいは BT カットと振動とその伝播方向が一致するようなカットアングルにおいて同様の温度特性を呈することが解明できた。

以上、述べたように本発明によるすべり波高

-12-

21…水晶基板

24, 25, 26, 27…インターデジタル電極

24a, 25a, 26a, 27a…指電極

特許出願人 東洋通信機株式会社

望 月 雄 蔵

-438-

-14-

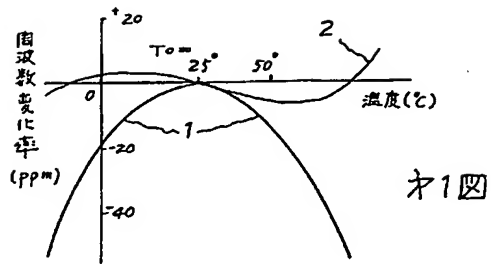


図1

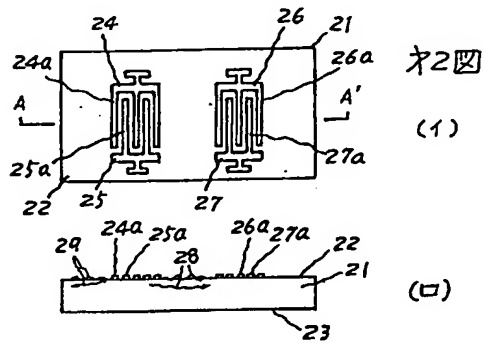


図2

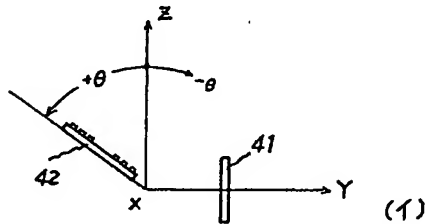
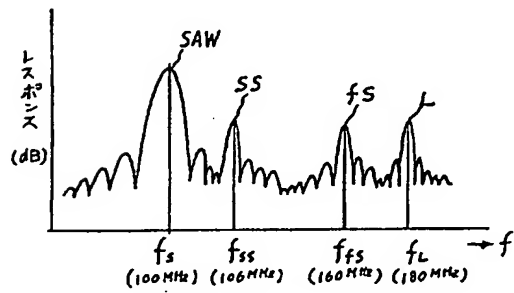
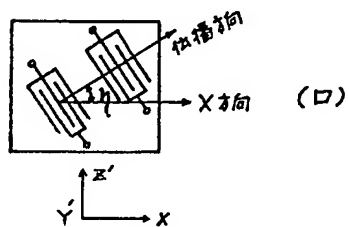


図4



THIS PAGE BLANK (USPTO)